

Japanese Patent Laid-open Publication No. SHO 63-47023 A

Publication date : February 27, 1988

Applicant : General Electric Co.

Title : ELECTRODE FOR ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING

- 5 Application of Japanese Patent Law Section 30 (1): This invention has been published orally in EDM EXPO 86 under the auspices of EDM digest on February 11, 1986 and then it has been printed on the May/June, 1986 of EDM digest.

10 2. Scope of Claims

1. An electrode for electrical discharge machining wherein closely adhesive carbon surface coating is provided on a conductive metal wire.

2. An electrode according to claim 1, wherein the carbon surface
15 coating is graphite.

3. An electrode according to claim 1, wherein the carbon surface coating is bonded to a metal substrate via a ground layer containing metal.

4. An electrode according to claim 1, wherein the conductive
20 metal wire has a relatively high mechanical strength.

5. An electrode according to claim 1, wherein the conductive metal wire has a relatively high mechanical strength and a relatively high melting point.

6. An electrode according to claim 1, wherein the conductive
25 metal wire is made of refractory metal.

7. An electrode according to claim 6, wherein the conductive metal wire is made of molybdenum.

8. An electrode according to claim 1, wherein the conductive metal wire is iron alloy containing having a semi-conductive oxide surface.

9. An electrode for electrical discharge machining, comprising a conductive metal wire having a relatively high mechanical strength and a relatively high melting point, an inner layer bonded to a metal substrate and containing metal having a low melting point, and a closely adhesive carbon surface coating bonded to the inner layer.

10. A method for electrical discharge machining comprising the steps of: moving a charged wire electrode member to closely approach to the metal workpiece so as to generate spark discharge between the wire electrode member and the metal workpiece, the wire electrode member being constituted by providing a closely adhesive carbon surface coating to a conductive metal wire; bringing dielectric liquid flowing in a gap space between a surface of the workpiece and the moving wire electrode member in contact with the workpiece and the wire electrode member to remove metal from the workpiece and remove carbon from the wire electrode member by the spark discharge; and bringing the removed metal and carbon out of the gap space by the flowing dielectric liquid.

11. A method according to claim 10, wherein the carbon surface coating is graphite.

12. A method according to claim 10, wherein the conductive

metal wire has a relatively high mechanical strength and a relatively high melting point.

13. A method according to claim 10, wherein the moving wire electrode member is positioned relative to a surface of the workpiece to be worked by guide members so as allow machining of the workpiece along the longitudinal direction and the transverse direction thereof.

14. A method according to claim 11, wherein the guide members are moved relative to each other, thereby allowing machining of the workpiece along an oblique direction thereof without vibrating the wire member remarkably within the gap space.

15. A method according to claim 10, wherein the wire electrode member comprises a conductive metal wire having a relatively high mechanical strength and a relatively high melting point, an inner layer bonded to a metal substrate and containing metal having a low melting point, and a closely adhesive carbon surface coating bonded to the inner layer.

16. A method according to claim 15, wherein both carbon and a portion of the inner layer are removed in an evaporating manner by the spark discharge.

17. An electrical discharge machine where a wire electrode member is moved to closely approach to a workpiece and spark discharge is generated in a gap space between the wire electrode member and the workpiece, thereby machining the workpiece, wherein

the wire electrode member is constituted by providing a closely adhesive carbon surface coating to a conductive metal wire.

18. A machine according to claim 17, wherein the carbon surface coating is graphite.

19. A machine according to claim 17, wherein the conductive metal wire has a relatively high mechanical strength and a relatively
5 high melting point.

20. A machine according to claim 17, further comprising guide members for positioning the moving wire electrode member relative to a surface of the workpiece to be worked.

21. A machine according to claim 20, wherein the guide members
10 are moved relative to each other, thereby allowing machining of the workpiece along an oblique direction thereof without vibrating the wire member remarkably within the gap space.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-47023

⑪ Int. Cl.⁴

B 23 H 7/08
H 05 B 7/06

識別記号

庁内整理番号

8308-3C
7254-3K

⑬ 公開 昭和63年(1988)2月27日

審査請求 有 発明の数 4 (全6頁)

⑭ 発明の名称 放電加工用電極

⑮ 特 願 昭61-187021

⑯ 出 願 昭61(1986)8月11日

特許法第30条第1項適用 昭和61年(1986年)2月11日 EDMダイジェスト主催のEDM EXP
O86において口頭で発表し、後にEDMダイジェストの5月/6月号(1986年)に掲載

⑰ 発 明 者 ダンドリッジ・セー アメリカ合衆国、オハイオ州、チャグリン・フォールズ、
ル・トマリン チャグリン・リバー・ロード、6235番

⑱ 出 願 人 ゼネラル・エレクトリ アメリカ合衆国、12305、ニューヨーク州、スケネクタデ
ック・カンパニー イ、リバーロード、1番

⑲ 代 理 人 弁理士 生沼 徳二

明 細 書

1. 発明の名称

放電加工用電極

2. 特許請求の範囲

1. 導電性金属ワイヤに密着性炭素表面被膜を設けてなる放電加工用電極。

2. 上記炭素表面被膜が黒鉛である特許請求の範囲第1項記載の電極。

3. 上記炭素表面被膜が金属基体に金属含有下地層で結合されている特許請求の範囲第1項記載の電極。

4. 上記導電性金属ワイヤが相対的に高い機械的強度を有する特許請求の範囲第1項記載の電極。

5. 上記導電性金属ワイヤが相対的に高い機械的強度と相対的に高い融点を有する特許請求の範囲第1項記載の電極。

6. 上記導電性金属ワイヤが耐火金属である特許請求の範囲第1項記載の電極。

7. 上記導電性金属ワイヤがモリブデンである特許請求の範囲第6項記載の電極。

8. 上記導電性金属ワイヤが半導電性酸化物表面を有する鉄合金である特許請求の範囲第1項記載の電極。

9. 相対的に高い機械的強度と相対的に高い融点を有する導電性金属ワイヤと、金属基体に結合された融点の低い金属含有内層と、この内層に結合された密着性炭素表面被膜とを具える放電加工用電極。

10. 帯電したワイヤ電極部材を金属加工品のごく近くで両者間に火花放電を起すように移動し、ここで上記ワイヤ電極部材は導電性金属ワイヤに密着性炭素表面被膜を設けてなり、上記加工品の表面と移動するワイヤ電極部材との間のギャップ空間に流動する誘電液体を接触させ、上記火花放電で加工品から金属を、ワイヤ電極部材から炭素を除去し、そしてこのように除去された金属および炭素をギャップ空間から流動誘電液体で運び出す工程を含む放電加工方法。

11. 上記炭素表面被膜が黒鉛である特許請求の範囲第10項記載の方法。

12. 上記導電性金属ワイヤが相対的に高い機械的強度と相対的に高い融点を有する特許請求の範囲第10項記載の方法。

13. 移動するワイヤ電極部材を、加工される加工品の表面に対して案内部材により、長さ方向および横方向両方の加工ができるように配置する特許請求の範囲第10項記載の方法。

14. 上記案内部材を相互に横方向に移動して、上記ワイヤ部材をギャップ空間で著しく振動させることなく対角線方向の加工を可能にする特許請求の範囲第11項記載の方法。

15. 上記ワイヤ電極部材が、相対的に高い機械的強度と相対的に高い融点を有する導電性金属ワイヤと、金属基体に結合された融点の低い金属含有内層と、この内層に結合された密着性炭素表面被膜とを具える特許請求の範囲第10項記載の方法。

16. 上記火花放電により炭素と内層の一部との両方を揮発除去する特許請求の範囲第15項記載の方法。

- 3 -

発 明 の 背 景

本発明は、放電加工（EDM）用電極ならびにこれを用いた放電加工方法および装置に関する。

従来の放電加工用のワイヤ電極部材および装置の1例が米国特許第4,287,404号に記載されており、この特許では導電性金属ワイヤに、亜鉛、カドミウム、錫、鉛、アンチモンおよびビスマスよりなる群から選ばれた金属または合金を50重量%以上含有する活性表面層を設ける。好適な装置では、この活性表面被膜は、加工操作中連続的に、普通の金属ワイヤの外表面に電解メッキにより形成する。このように加工品を加工している間に活性表面を連続的に補充すると、当然のことに、装置の組立および運転がより複雑になる。上述した従来のワイヤ電極部材の切削速度は、コア金属が銅または黄銅であるとき、最適であるとされており、銅のコア部材では、導電性を増すために銅か銀での被覆を要するとされている。従って、この電極部材に望ましい機械的強度を与えるには、上述した高導電性の内層を用いることから

17. ワイヤ電極部材を加工品のごく近くに移動させるとともに、そのギャップ空間に火花放電を発生させ、これにより加工品を加工する放電加工装置において、

上記ワイヤ電極部材が導電性金属ワイヤに密着性炭素表面被膜を設けてなることを特徴とする放電加工装置。

18. 上記炭素表面被膜が黒鉛である特許請求の範囲第17項記載の装置。

19. 上記導電性金属ワイヤが相対的に高い機械的強度と相対的に高い融点を有する特許請求の範囲第17項記載の装置。

20. さらに、移動するワイヤ電極部材を加工される加工品の表面に対して位置決めする案内部材を具える特許請求の範囲第17項記載の装置。

21. 上記案内部材を相互に移動して、上記ワイヤ部材をギャップ空間で著しく振動させることなく対角線方向の加工品の加工を可能にする特許請求の範囲第20項記載の装置。

3. 発明の詳細な説明

- 4 -

くるコストの上昇を背負い込まないのであれば、導電性のある程度犠牲にせざるを得ない。上述した従来の電極部材に被覆する活性表面被膜は、蒸発温度が低いことも、加工領域での電極部材の破損を避けるためには必要であるとされている。

従って、放電加工に適当な電極部材で上述した欠点を克服するとともに、この型式の加工操作での切削速度を上げることが依然として望ましい。

もう一つの望ましい目的は、使用するワイヤ電極部材に帰せられる部分について、放電加工を行うのに必要とされる方法および装置を簡略化することにある。

本発明のこれらの目的および他の目的は以下の詳しい説明から明らかになるであろう。

発 明 の 概 要

意外なことに、特定の炭素活性表面被膜により放電加工の切削速度が、特により小径のワイヤ電極のとき、向上し、これにより一層精密な加工操作を行うことが可能になることを見出した。後者の点で、より大径のワイヤ電極部材では通例、よ

り速い切削速度を用いているので、加工された金属物体の表面仕上も向上できる。従って、1.0ミクロンのように薄く、導電性金属ワイヤの表面に密着結合された炭素被膜を用いれば、各種の金属含有基体上に被覆したとき、本発明の効果が発揮される。望ましい密着性炭素被膜に特に有用な金属含有基体は、種々の公知技術で金属または金属合金ワイヤコア上に形成した酸化物表面よりなる。例えば、「黒色」タングステンまたはモリブデンワイヤは、シー・ジェイ・スミセルズ(C. J. Smithells)著「タングステン(Tungsten)」、チャップマン・アンド・ホール(Chapman and Hall)刊(1952年)に記載されているように、そのようなワイヤをダイを通して引き抜くことにより得られ、本発明のワイヤ電極部材として好ましい。このようにして得られる複合電極部材は、相対的に高い機械的強度と相対的に高い融点の両方を有する耐火金属コアと、金属基体に結合され融点の低い特定の耐火金属酸化物の金属含有内層と、多孔質酸化物内層に結合された黒鉛の不連続

— 7 —

帯電したワイヤ電極部材を金属加工品のごく近くで両者間に火花放電を起すように移動し、ここで上記ワイヤ電極部材は導電性金属ワイヤに密着性炭素表面被膜を設けてなり、上記加工品の表面と移動するワイヤ電極部材との間のギャップ空間に流動する誘電液体を接触させ、上記火花放電で加工品から金属を、ワイヤ電極部材から炭素を除去し、そしてこのように除去された金属および炭素をギャップ空間から流動誘電液体で運び出す工程を含む。この一部変更した方法によれば、通常のEDM装置、例えば市販のELOX装置に、単一バスモードの操作では、本発明のワイヤ電極材料のスプール1つを装備する。放電加工操作中に表面黒鉛層は揮発し、その結果強いエネルギー移動が起るので、揮発した副生物がギャップ空間を速い除去速度で効果的にフラッシング(洗い流し)する。前述した通りの構成の好ましい黒色モリブデンワイヤ電極でこのような方式の操作を行う場合、一度使ったワイヤを交換用黒鉛被覆でもう一度再被覆し、加工操作に再使用することができる。

— 9 —

表面被膜とからなる。

本発明による別の好適なワイヤ電極部材では、変性形態の鉄合金金属コアワイヤ、例えばデュメット(Dumet)またはキュメット(Cumet)(ともにゼネラル・エレクトリック社の商品)を用いる。これらはその銅クラッド表面が、活性な炭素表面層を密着性結合できるように酸化されている。代表的には0.004-0.010インチの直径を有するこの種のワイヤ電極部材を製造するには、銅クラッドワイヤを慣用手段で熱酸化し、しかる後酸化されたワイヤを炭素潤滑剤表面被膜で被覆し、最後にこの炭素被覆ワイヤの直径をダイで、黒色耐火金属ワイヤについて先に説明したのと同じ方法で減径する。ただし、上記ワイヤ引抜きは通常の周囲温度で行う。本発明に従って密着性炭素表面被膜を導電性金属含有基体に固着するために考えられるさらに他の手段は、公知の化学的蒸着技術であり、これにより金属基体をまず炭素で被覆し、しかる後前述したように減径する。

本発明に従って放電加工を行う方法は、一般に、

— 8 —

従って、本発明によれば再使用できるワイヤ電極部材が提供され、これはEDM装置製造業者および使用者にとってコスト的に有利であることが理解できる。本発明のすぐれたワイヤ電極部材は、すでに市販されているEDM装置の操作の面でも利点をもっている。具体的には、ワイヤ電極部材を通常上記装置内で案内手段、例えばローラ、プーリなどを用いて移送し、この案内手段は電極部材を作動位置、すなわちギャップ空間位置に位置決めする役目も果たす。通常、1対の案内部材を上記位置で鉛直または水平方向に向け、加工品を両案内部材間にそれぞれ長さ方向または横方向加工できるように配置する。従来の電極部材は、移動時に、上記ギャップ空間で振動し、望ましい加工工程の妨げとなることが認められている。本発明の黒色モリブデンワイヤ電極部材は大きな剛性を有し、このような振動を軽減し、特に上述した互に離した案内部材を互に横方向に移動して加工を対角線方向に行う場合に、振動を軽減する。さらに、本発明の炭素表面被膜は潤滑性が良好で、E

— 10 —

DM装置での摩擦が小さくなり、このことも本発明の利点の1つである。

好適実施例の説明

第1図に、本発明のワイヤ電極部材10をその他の点では通常どうりの放電加工(EDM)装置の操作に用いた状態にて、略線図として示す。このワイヤ電極部材10を1対の案内ローラ12および14間に架け渡して、鉛直方向下方へ移動させるとともに、火花放電(図示せず)を生じさせ、こうして加工を行う。このようにして加工される金属の加工品16を上述の移動中の電極ワイヤ部材のごく近くに、上記ワイヤ電極部材と加工品を通常のEDM電気回路に通切に接続したときに、両者間に火花放電を生じる距離に配置する。さらに具体的には、電気回路には、上記電極部材に接触する1対のブラシ接点18および20を用い、これらの接点18および20をそれぞれ導線24および26により通常のEDM電源22に接続する。EDM電源をもう1本の導線28で電気接続して必要な電気回路を完成する。また、流れる誘

電流体17、例えば脱イオン水をギャップ空間位置に供給し、火花放電の加工品への作用により生じる金属粒子を、本ワイヤ電極部材からこのような使用中に揮発する炭素粒子とともに除去する。

切削速度の比較を次表に示す。すなわち、従来の黄銅およびモリブデンのワイヤ電極で測定した切削速度を、本発明の改良形炭素被覆電極部材と比較して示す。この比較試験では、厚さ1インチの焼入れした工具鋼板よりなる加工品を、市販のELOX機で表中に示す通りの直径を有するワイヤ電極部材を用いて、上述の通りに加工した。使用中の種々の電極部材についての電圧および電流の測定値も次表に示してあり、これらは本発明の効果として、過剰な電力消費が起らないことを示唆している。

— 1 1 —

電極の種類 (材料と直径)	表		
	切削速度 (in ³ /hr)	ギャップ電圧 (V)	ギャップ電流 (A)
黄銅 0.008in	5.4	50	3.0
モリブデン(裸) 0.008in	3.6	50	—
モリブデン(黒) 0.008in	4.8	50	—
デュメット(黒鉛被覆) 0.008in	3.3	50	3.0
黄銅 0.004in	3.9	50	3.0
モリブデン(裸) 0.004in	3.0	50	3.0
モリブデン(黒) 0.004in	4.2	45	3.5
モリブデン(黒) 0.004in	4.0	45	3.4

(注) in=インチ

上表のデータは、現在精密加工用に採用されている細いワイヤ径で、本発明の好適な黒色モリブデン電極部材の切削速度が優れていることをはっきりと証明している。さらに、比較の目的で試験した直径0.004インチの黄銅電極では切削結果も不安定で、このワイヤ径での適用可能性を欠

— 1 2 —

いていることが示された。他方、炭素被覆デュメット電極部材について上述した比較の低い切削速度は、単に、所望の改良を達成するのに十分な厚さの黒鉛被覆が被着されていないことを示している。

第2図に、本発明による代表的なワイヤ電極部材の複合構造を斜視図として示す。具体的には、本ワイヤ電極部材10は、導電性金属コア30の表面に特定の酸化された内層32が形成され、この内層32はその上に堆積される表面炭素被膜34との冶金結合を形成する役目を果たす。このような目的に有用と認められる特定の銅酸化物は、電気絶縁性酸化第二銅がワイヤ電極部材の使用中に炭素表面層の有効な結合媒体として作用しないことを確かめたので、半導電性材料である酸化第一銅である。このような冶金結合は本発明によるすぐれた金属除去(切削)機構を得る上で臨界的であるわけではないが、冶金結合は、本発明の複合電極部材の機械的一体性を高め、また恐らくは加工品からのさらに迅速な金属除去に有用な、厚さ

— 1 3 —

— 1 4 —

の大きい炭素表面被膜の電極部材への堆積をさらに良好にするはずである。この点で、銅クラッド・デュメットまたはキューメット・ワイヤを酸化して多孔質酸化物表面層を形成し、これに黒鉛被膜を密着状態で結合すると、上述した試験過程で切削速度が20%以上速くなる。

第3および4図の顕微鏡写真は、上述した加工済みの銅ロッド表面を示す倍率500倍の走査型電子顕微鏡(SEM)写真である。第3図は直径0.004インチの黄銅ワイヤ電極部材で得た加工品表面を示し、一方第4図は、上記加工品を本発明の直径0.004インチの黒色モリブデンワイヤ電極部材で加工した際に得られる同様の写真である。第3図と較べて第4図の方がはるかに滑らかな表面仕上げであることは、本発明の別の効果の証明である。本改良形EDM装置の使用者にとって次のようなまた別の利点がある。本発明の黒色モリブデン電極部材を使った場合には、鋼の加工品を黄銅電極部材を使って可能と認められた深さより著しく深くまで加工でき、電極部材の機

械的破損の恐れもない。この最後の点に関連して、上記モリブデン電極部材で得られる浸透深さは、黄銅電極部材で得られる深さの2倍以上であった。

上述した説明から明らかなように、本発明によれば全般に有用な放電加工用電極が得られ、その使用のためにはその他の点では通常どうりの方法および装置に若干の変更を加える。しかし、当業者には明らかなように、本発明の要旨から逸脱することなく、上に具体的に開示したこと以外に、コア金属に組成変更を行ったり、炭素表面被膜をコアに的確に接着させる目的でコアに中間層を被着したりすることができる。例えば、電極部材の活性炭素表面に対して適当な結合兼支持基体を形成するにあたり、上述した中間結合層をさらに他の低融点金属と、火花放電により加熱されたとき比較的高い蒸気圧を呈する非金属とで形成することが考えられる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による改良EDM装置の主要構成要素を示す略線図、

— 15 —

第2図は本発明の好適なワイヤ電極部材の斜視図で、その3要素複合構造を示し、

第3図は黄銅ワイヤ電極部材で製造した加工済み加工品表面の金属組織状態を示す顕微鏡写真、そして

第4図は本発明の改良ワイヤ電極部材で加工した場合の加工品表面の金属組織についての顕微鏡写真である。

10…ワイヤ電極部材、12、14…案内ローラ、16…金属加工品、17…誘電流体、22…電源、30…金属コア、32…内層、34…炭素表面被膜。

特許出願人

ゼネラル・エレクトリック・カンパニー

代理人 (7630) 生 沼 徳 二

— 16 —

— 17 —

Fig. 1

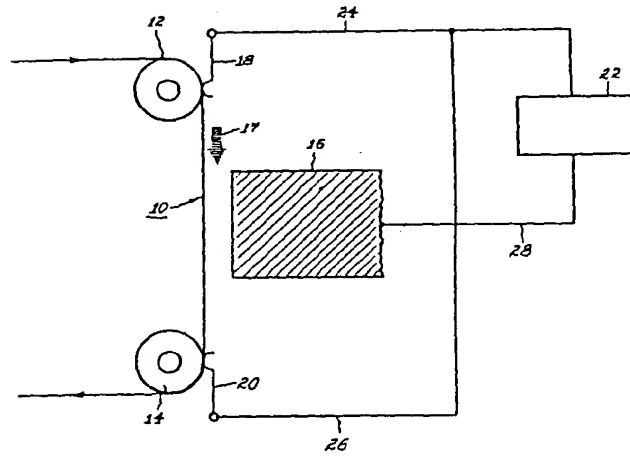


Fig. 3



Fig. 4

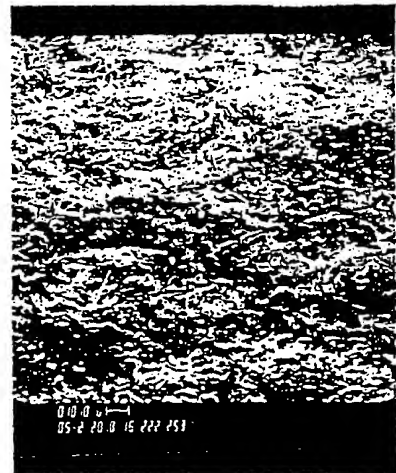


Fig. 2

